

Juuso Pakkanen

TUOTENÄYTTEENOTON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS  
KUPARIPURSOTUSPROSESSISSA

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
2015

TUOTENÄYTTEENOTON SUUNNITTELU JA TOTEUTUS  
KUPARIPURSOTUSPROSESSISSA

Pakkanen, Juuso  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma  
Toukokuu 2015  
Ohjaaja: Teinilä, Teuvo  
Sivumäärä: 40  
Liitteitä: 5

Asiasanat: Kuparituotanto, lean, kustannus- ja kannattavuuslaskenta

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää ja parantaa sekä ennen kaikkea nopeuttaa tuotannon läpimenoaika Luvataalla. Työssä käsitellään näytesahauksen tämänhetkistä tilannetta ja sen eri ongelmakohtia, kuten kuljetusta, liikkeitä sekä tuotteisiin kohdistuvia virheitä. Työssä yritetään ratkaista nämä ongelmakohdat hyödyntämällä lean-filosofiaa. Työssä esitellään viisi erilaista vaihtoehtoista suunnitelmaa näytesahauksen tehostamiseksi.

Työn teoriaosiossa käydään läpi toimeksiantaja yrityksen toimintaperiaatteet ja arvot, sekä sen valmistamat tuotteet. Työssä olennaisessa osassa on myös lean-filosofia tuotannon tehostamisessa, ja sen keskeiset osat käydään tässä opinnäytetyössä läpi. Kustannus- ja kannattavuuslaskennan eri menetelmät esitellään osana tätä työtä, sillä niitä on käytetty kustannus ja kannattavuusarvioiden tekemisessä vertailtaessa viiden eri vaihtoehdon hyviä ja huonoja puolia.

Viisi erilaista vaihtoehtoa näytesahauksen tehostamiseksi on suunniteltu hyödyntämällä jo olemassa olevia komponentteja sekä vaihtoehtoisesti myös suunnittelemalla kokonaan uudenlainen sahauspiste uusine työkoneineen. Jokaisesta suunnitelmasta on tehty yritystä varten investointilaskelma, joka antaa viitteitä siitä onko investointi yritykselle kannattava.

# DESIGNING AND IMPLEMENTING PRODUCT SAMPLING IN COPPER PRESSING PROCESS

Pakkanen, Juuso

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Machinery and production engineering

May 2015

Supervisor: Teinilä, Teuvo

Number of pages: 40

Appendices: 5

Keywords: Copper production, lean, cost and profitability calculation

---

The purpose of this thesis was to develop, improve and foremost to speed up the production time in Luvata by evolving different ideas for betterment of current sample-cutting model. This thesis deals the current situation and different knot-points of sample-cutting, such as location of the saw, transportation of samples inside the hall and possible flaws on the products that the current sample-cutting style might cause. This thesis focuses on solving these problems by exploiting lean-philosophy. Basis of this thesis is to introduce five different designs for improvement of sample-cutting model.

Theoretical part of this thesis introduces the main principles and values of the company, and outlines the main products that it produces. Lean-philosophy is introduced as part of this thesis, and it provides general picture on how to utilize this theory on intensifying the production. Different methods of calculating the costs and profitability of investment also pass in review in this case.

This thesis provides five different plans for Luvata to improve their sample-cutting by utilizing the already existing components and just refining the current operating-model, but also designing alternatively whole new cutting-station with new implements. Each design concludes investment calculation, which gives references whether it is profitable at all for the company. There is good and bad sides on each of these designs. However the variety of these different plans gives an opportunity for the company to evaluate does the benefits exceed the costs of the investment.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Tausta .....	6
1.2	Tavoite .....	7
2	YRITYSESITTELY .....	7
2.1	Luvata OY.....	7
2.2	Divisioonat.....	8
2.2.1	Putket .....	8
2.2.2	Erikoistuotteet .....	8
2.2.3	Lämmönvaihtimet .....	9
2.3	Luvata Pori OY .....	9
3	TUOTANTO .....	11
3.1	Tangot ja putket .....	11
3.2	Tuotteiden laadunvalvonta.....	12
4	LEAN FILOSOFIA .....	12
4.1	Ylituotanto .....	13
4.2	Odotus .....	14
4.3	Kuljetukset.....	14
4.4	Varastointi.....	15
4.5	Liike .....	15
4.6	Laatuhukka.....	16
4.7	Yliprosessointi .....	17
4.8	Käyttämätön potentiaali .....	17
5	INVESTOINNIN KUSTANNUS JA KANNATTAVUUS.....	18
5.1	Investointilaskelmien komponentit.....	18
5.1.1	Hankintameno .....	19
5.1.2	Nettokäyttöpääoma.....	19
5.1.3	Nettokassavirta .....	20
5.1.4	Investoinnin pitoaika .....	20
5.1.5	Jäännösarvo .....	21
5.1.6	Laskentakorkokanta .....	21
5.2	Investointilaskennan lähtöarvot .....	21
5.2.1	Nykyarvomenetelmä .....	22
5.2.2	Annuiteettimenetelmä .....	23
5.2.3	Takaisinmaksuajan menetelmä .....	24
5.2.4	Sisäisen korkokannan menetelmä .....	25
5.2.5	Investoinnin tuottoprosentti.....	26

6	NÄYTESAHAUS .....	26
6.1	Nykyinen sijainti .....	27
6.2	Metallilaboratorio .....	27
7	NÄYTESAHAUSPAIKAN SUUNNITTELU .....	28
7.1	Vaihtoehto 1 .....	28
7.2	Vaihtoehto 2 .....	31
7.3	Vaihtoehto 3 .....	33
7.4	Vaihtoehto 4 .....	34
7.5	Vaihtoehto 5 .....	35
8	INVESTOINTILASKELMAT .....	36
8.1	Lähtötilanne .....	36
8.1.1	Nettonykyarvo .....	37
8.1.2	Sisäinen korkokanta .....	38
8.1.3	Takaisin maksuaika .....	38
9	LOPPUPÄÄTELMÄ .....	39
	LÄHTEET .....	40
	LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

Tämän työn tarkoituksena on tuotenäytteenoton parantaminen ja tuotannon tehostaminen Luvata Pori Oy:ssä suunnittelemalla tuotantolinjalle uusi näytesaha lean-ajattelua hyödyntäen. Tämänhetkiset ongelmakohdat ovat sahan sijainti, ylikuormitus sekä näytteenottoprosessin materiaalivirta metallilaboratorioon. Olennaista on siis ylimääräisten hukkien minimoiminen lean filosofian pohjalta.

Lean filosofiassa keskitytään poistamaan kahdeksan erilaista tuottamatonta toimintoa. Näitä ovat kuljetukset, varastot, liike, odotusaika, ylituotanto, yliprosessointi, viallinen tuote ja käyttämätön potentiaali. Näiden toimintojen poistamisen avulla pyritään parempaan asiakastyytyväisyyteen, laadun parantamiseen ja toiminnan kustannusten pienentämiseen sekä tuotannon läpimenoaikojen lyhentämiseen. Lean-filosofia tarjoaa apuvälineitä näiden arvottomien toimintojen poistamiseen. Tämä ajattelumalli on alun perin Toyotan kehittämä metodologia autojen valmistukseen. Tämän vuoksi Lean filosofia on myös tunnettu Toyota tuotantojärjestelmänä. (Liker, J. 2012. 6-34.)

## 1.1 Tausta

Tällä hetkellä näytteiden materiaalivirta on epäsäännöllinen, koska nykyisellä sahalla suoritetaan kaikki sahaukset. Näin ollen puristimelta tulleet tangot ja putket jäävät odottamaan vuoroaan sahauspaikalle. Tangoista ja putkista otetaan alussa puolijohdenäyte, josta tarkastetaan puristeen vety- ja happipitoisuus. Puristimen ja näytetulojen välillä käytetty aika on tällä hetkellä n.4,3 päivää, joka on tämän päivän tuotannollisessa tilanteessa kallis odotusaika.

## 1.2 Tavoite

Tuotenäytteenottopaikan sahaa lähdettiin suunnittelemaan uudelleen ja lähtökohtana suunnittelulle oli se, että sahauspaikka olisi lähellä puristusprosessia. Tämä nopeuttaisi tuotantoa siinä määrin että turha edestakainen liikuttelu ja nostot puristimen ja nykyisen näytesahan välillä eliminoidaisiin. Tuotteet myös säästyvät ylimääräisiltä kolhuilta ja naarmuilta. Tuotteiden siirto on myös turvallisuusriski, sillä tankoja tai putkia siirretään nostureilla monen metrin korkeudessa, jos on vaarana että nostoliina katkeaa ja tippunut kuorma vahingoittaa koneita tai pahimmassa tapauksessa työntekijöitä.

## 2 YRITYSESITTELY

### 2.1 Luvata Oy

Vuonna 2005 Outokumpu Oy myi liiketoimintansa rahoitusyhtiö Nordic Capitalille. Kuparidivisioona eli Porin yksikkö ei kuulunut tähän kyseiseen kauppaan, ja myöhemmin vuonna 2006 tämä yhtiö sai nimekseen Luvata Oy.

Luvata on maailmanlaajuinen konserni, joka työllistää noin 6300 henkilöä kahdeksassatoista maassa ja tehdaspaikkakuntia sillä on 35. Luvatalla on siis liike- ja tuotantotoimintaa ympäri maailman Amerikassa, Euroopassa ja Aasiassa, mutta Suomessa ainoa tehdas sijaitsee Porissa. Vuonna 2013 Luvata Pori Oy:n liikevaihto oli 199 miljoonaa euroa.

Luvata valmistaa tuotteita lämmönvaihdisteknologian, vastushitsausteknologian ja elektroniikkateknologian laajaan käyttöön. Luvata on maailman suurin käämien ja jäähdyttimien valmistaja LVI-markkinoille, johtava suprajohteiden valmistaja esimerkiksi energiantuotantoa varten sekä magneettikuvauslaitteisiin. Sähkövoimateollisuudelle Luvata valmistaa kytkinkaappien kuparikomponentteja, elektroniikkateollisuudelle lämmönjohtokykyä ja jäähdytystä vaativia ratkaisuja. Luvata on markki-

noidensa johtaja lähes kaikilla näistä osa-alueista. Luvatan tuotanto on jaettu kolmeen divisioonaan joita ovat lämmönvaihtimet, erikoistuotteet ja putket.

Luvatan tärkeimpiä yhteistyökumppaneita ovat Samsung, Duracell, ThermoKing, Denso, Toyota, Siemens, Gree ja Carrier.

Luvatan toiminta perustuu arvoihin joita ovat;

- avoin mieli – etsiä uusia mahdollisuuksia parantaakseen asiakkaiden kilpailukykyä
- intohimo tehdä tulosta – keskittyä saamaan asiakkaille aikaan mitattavissa olevia tuloksia
- lupauksen pitäminen – tehdä se mitä luvataan, silloin kun luvataan.

Tulevaisuudessa Luvatan tavoitteena on kehittyä halutuksi ratkaisujen toimittajaksi, halutuksi työnantajaksi sekä yhteiskunnan vastuulliseksi jäseneksi. Luvata onkin sitoutunut kestävään kehitykseen ja jokaisella tuotantolaitoksella on tulevaisuudessa joko ISO14001- tai EMAS -ympäristösertifikaatti.

## 2.2 Divisioonat

### 2.2.1 Putket

Luvata valmistaa putkia muun muassa ilmastoinnin, jäähdytyslaitteistojen ja tietoliikenteen sovelluksiin. Putkia saadaan sileä pinta-aineena kuin myös sisäpuolelta uritettuna. Pintarakenteet optimoidaan jokaiseen käyttökohteeseen ja putket ovat valmistettu tarkasti toleransseja noudattaen. (Luvata, putket, 2014)

### 2.2.2 Erikoistuotteet

Erikoistuotteet-divisioona valmistaa asiakaskohtaisesti räätälöityjä tuotteita, näihin tuotteisiin kuuluu muun muassa johdinputket, pinnoitusanodit, profiilit ja tangot, suprajohdot, hitsauselektronit sekä langat. (Luvata, erikoistuotteet, 2014)



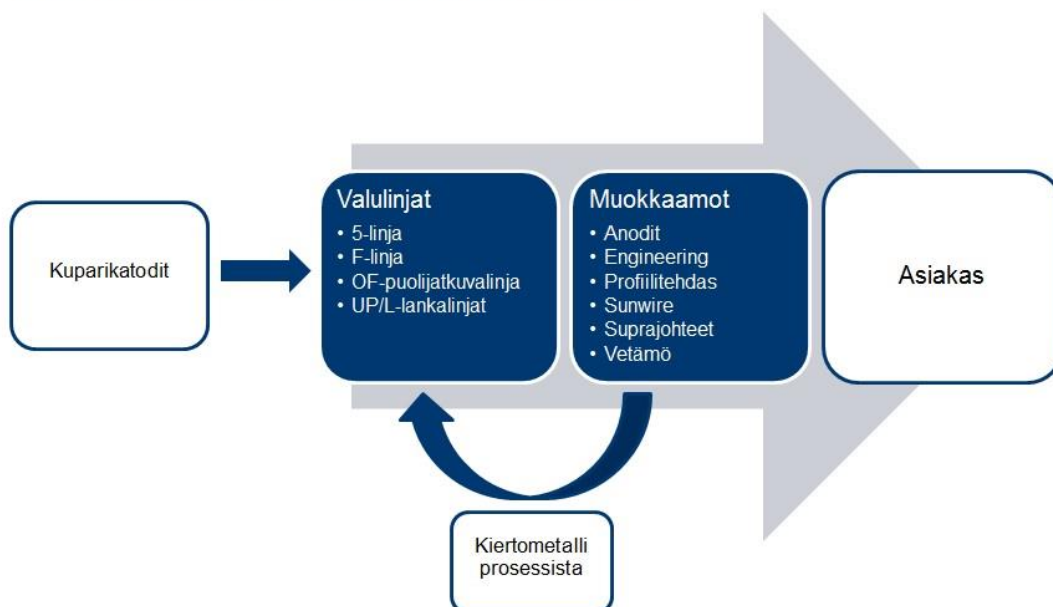
### 2.2.3 Lämmönvaihtimet

Luvata on erikoistunut ilma-neste- ja ilma-kaasulämmönvaihtimiin, minkä käyttökohteet vaihtelevat huonelämpötilan hallinnasta elintarviketeollisuuteen tai kylmähuoneiden jäähdytykseen, datakeskusten lämpötilansäätöön ja teollisuusprosessien lämmittämiseen ja jäähdyttämiseen. Lämmönvaihtimissa käytetään kuparista, ruostumattomasta teräksestä sekä muusta erikoismetalliseoksesta valmistettuja putkia ja lamelleja. (Luvata, lämmönvaihtimet, 2014)

### 2.3 Luvata Pori Oy

Luvata Pori kuuluu erikoistuote-divisioonaan. Tehdasalueella on kuusi eri muokkaamoita, jotka ovat Anodit, Engineering, Profiilitehdas, Sunwire, Suprajohteet ja Vetäjä. Porin tehdas työllistää n.300 henkilöä, joista 1/3 osaa on toimihenkilöitä ja 2/3 osaa tuotantotyöntekijöitä sekä kunnossapitoasentajia. (Järvinen P sähköposti 11.11.2014)

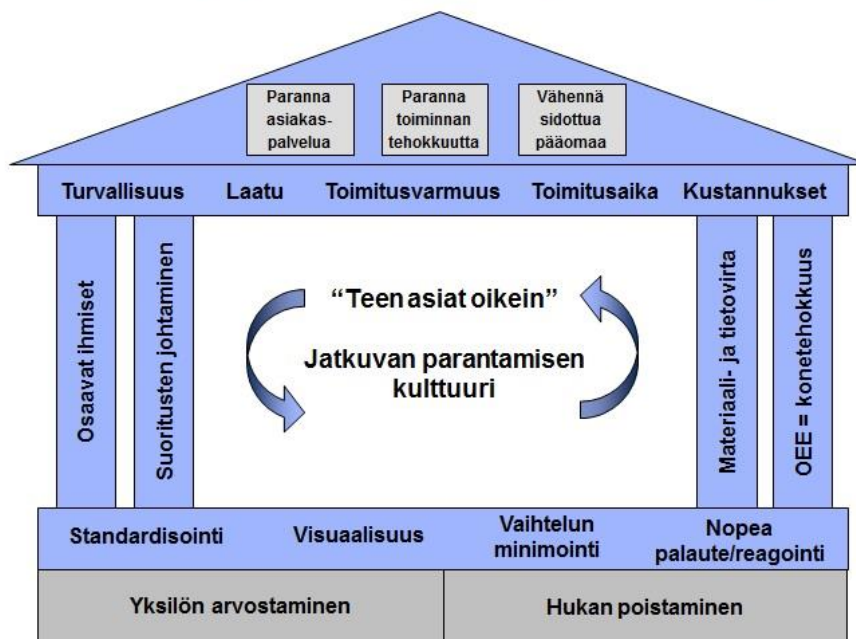
## Luvata Porin tuotantokaavio



**Kuva 1.** Luvata Porin tuotantokaavio (Järvinen P sähköposti 11.11.2014)

Luvata käyttää omaa tuotantojärjestelmää, jonka se lanseerasi vuonna 2005 (LPS, Luvata Production System), joka on mallinnettu Toyotan lean filosofian pohjalta.

### Luvatan tuotantojärjestelmä (Luvata production system = LPS)



**Kuva 2.** Luvatan tuotantojärjestelmä. (Järvinen P sähköposti 11.11.2014)

Luvata tuotantojärjestelmän (kuva 2) talokaavion pohjana on yksilöiden arvostaminen ja hukan poistaminen. Lattiatasolla on standardointi, visuaalisuus, vaihtelun minimointi, nopea palaute josta päästään nopeaan reagointiin poikkeamien suhteen. Tuotantoa kannattelemassa pystypilareina ovat osaava henkilöstö, suorituksen johtaminen, materiaali- ja tietovirta sekä konetehokkuus. Toiminnan tärkeimpinä mittareina ovat välikaton tavoitteet turvallisuus, laatu, toimitusvarmuus, toimitusaika ja kustannukset. Katto kuvastaa asiakkaille annettuja arvolupauksia, mitkä toteutuvat jos kaikki katon alla olevat kohdat täyttyvät. (Luvata yrityksenä, 2014)

### 3 TUOTANTO

Kuparielektrolyysissä valmistetuista katodeista valetaan pötkykerrannaiset. Pötkykerrannaiset siirretään valimosta vetämön ulkopuolella sijaitsevalle radalle, josta kerrannaiset siirretään lattian alaisella kuljettimella tuotantohallin pötkysahalle. Sahauksen jälkeen pötky kuljetetaan esilämmitykseen kaasuuuniin, jossa pötkyn lämpötila kohoaa noin 700 asteeseen. Esilämmityksen jälkeen pötky siirretään kuljettimella induktiouuniin, jossa se kuumennetaan maksimissaan 970 asteen lämpötilaan. Tämän vaiheen jälkeen pötky siirretään pesurille kuljettimen avulla. Ennen puristusta uunissa muodostunut oksidikerros pestään pois. Pesurin jälkeen kupariaihio siirtyy tarttujan avulla puristimen painimen eteen, tämän jälkeen pötkyn taakse laitetaan puristuslevy. Puristuslevy mahdollistaa sen, että painin pysyy puhtaana kuumennetusta kuparista ja tämän avulla painimen käyttöikä pidentyy. Tämän vaiheen jälkeen seuraa puristus, missä pötky painetaan poikkileikkausta määrittävän matriisin läpi. Pursotus tapahtuu vesikouruun, missä puriste jäähdytetään ja puristeaihion loppu sahataan poikki puristelevyn ja matriisin väliltä. Tämän jälkeen puristeet sahataan puristimella sijaitsevalla sahalla vaadittaviin mittoihin. Tämän jälkeen tuotteet ovat valmiita siirtymään näytteenottoon, ja jatkomuokkauksiin. (Kuusela, 2014 13–15.)

#### 3.1 Tangot ja putket

Tangot toimitetaan yleensä vedettyinä, jolloin lujuusarvot riippuvat seoksen lisäksi valmisteiden paksuudesta. Suuremmissa tangoissa saadaan riittävä jäykkyys pienentämällä muokkausastetta. Jokaiselle valmisteelle on tämän tilan tekemiseksi oma perusohjelmansa, jonka muokkausaste vaihtelee tangon mittojen mukaan. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 59.)

Putket soveltuvat hyvin vesijohtoasennuksiin ja teollisuuskäyttöön. Putket toimitetaan asiakkaille yleensä suorina. Hehkutetut putket soveltuvat erinomaisesti, sellaisiin käyttötarkoituksiin, joihin niiltä vaaditaan taivutettavuutta. Jos halkaisija on alle 25 mm, toimitetaan putket kieppeinä tai puolattuina, jolloin yksikköpituus on suurempi ja liitosten määrä vähäisempi. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 59.)

### 3.2 Tuotteiden laadunvalvonta

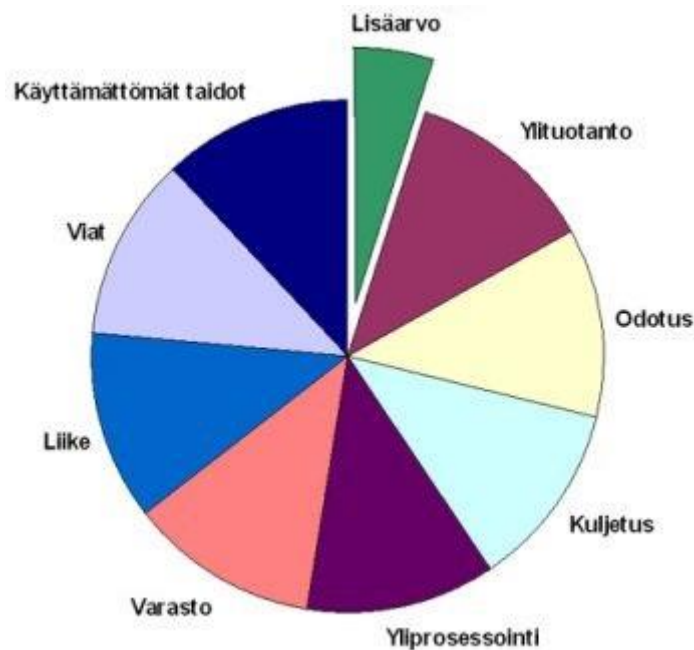
Muotovalmisteiden laadunvalvonta jakautuu kahteen osaan, valmistuksen yhteydessä tehtävään ja lopputarkastukseen. Valmistuksen yhteydessä tehtävä laadunvalvonta on osa prosessinohjausta. Jotta välttyttäisiin virheellisen tuotteen turhalta jatkomuokkaukselta tulisi koostumus tarkistaa jo valun yhteydessä. Mitta- ja muototarkastus, pinnanlaadun ja sisäisten ainevirheiden tarkastus sekä materiaaliominaisuuksien tarkastus muodostavat lopputarkastuksen. Putkien virheet havaitaan pyörrevirtamenetelmällä. (Metalliteollisuuden keskusliitto 2001, 54.)

## 4 LEAN FILOSOFIA

Lean on tuotannon ja johtamisen filosofia, jossa pyritään poistamaan seitsemän eri arvoa tuottamatonta toimintoa, jotka mahdollistavat asiakastyytyväisyyden, laadun parantamisen ja toiminnan kustannusten pienentämisen sekä tuotannon läpimenoaikojen lyhentämisen. Hukkatyyppejä on lean-tuotannossa seitsemän. Nämä hukkatyypit ovat ylituotanto, varastot, kuljetukset, laatuhukka, prosessihukka, työvaikehukka ja odotus.

Useimmissa prosesseissa on 90 % hukkaa ja 10 % oikeaa lisäarvoa tuottavaa työtä.

Käyttämällä ja ymmärtämällä näitä lean -työkaluja voidaan tehokkaasti vähentää tuotannon kustannuksia mutta samalla myös lisätä tuotteen arvoa.



**Kuva 3.** Tunnistettujen hukkatyyppien luokittelu, kuvassa hukkatyyppit ovat havainnolliset, eli hukkien suuruudet eivät välttämättä ole yhtä suuret. Esimerkiksi jossakin yrityksessä liike hukkana todetaan kolminkertaiseksi muihin hukkiin nähden, kun taas toisessa se voi olla kuljetus, mikä on suurempi kuin muut hukat.

#### 4.1 Ylituotanto

Ylituotantoa syntyy kun tehdään töitä etukäteen, käytetään raaka-aineita, maksetaan turhista ylityötunneista palkkaa ja tehdään ylimääräisiä varastointi paikkoja. Ylituotanto estää ongelmakohtien havaitsemista tuotannosta, sillä suuret varastotasot piilottavat ongelmia ja pienentävät niiden vaikutusta. Materiaalin ja osien ostaminen ennen aikaisesta sekä liiallinen tuotannon määrä ovat osa ylituotantoa. Nämä aiheuttavat epäjärjestystä sekä häiriöitä tuotannon kulussa. Tämän lisäksi varastot kasvavat, joka taas johtaa siihen että joustavuus tuotannon suunnittelussa laskee ja virheiden määrä lisääntyy. Myös tuotteiden ja osien mahdollinen pilaantuminen ovat osa ongelmaa. (Tuominen K 2010, 16.)

Keinoja ylituotannon välttämiseen ovat esimerkiksi tuotannonohjauksen kehittäminen, tuotantolinjojen tasapainotus sekä tuotteiden valmistus yhden kappaleen sarjoissa. Ylituotannon minimoimiseksi tulisi myös varmistaa että kapasiteettitarve vastaa koneiden kapasiteettia. (Tuominen K 2010, 16.)

## 4.2 Odotus

Toinen hukkatyyppi on odotus, jota syntyy silloin kun työntekijä odottaa koneen suoritusta tai vastaavasti kone odottaa henkilön suoritusta, tai työstettävä materiaali odottaa pääsyä prosessiin. Odotukseen johtavia syitä ovat mm. tuotantohäiriöt, konerikot, koneiden huonosijoittelu, edellisen vaiheen osien odottelu, prosessien tai työvaiheajat ovat epätasapainossa tai työntekijä ei ole työpisteellä. (Tuominen K 2010, 31.)

Tuotannon tasapainottaminen ja kapasiteetin varmistaminen vastaamaan tarvetta vähentävät turhaa odotusaikaa. Tämän lisäksi esimerkiksi käyttäjä kunnossapidon tehostaminen vaikuttaa kunnossapitohenkilöiden odottamiseen. Monikone käytön lisääminen ja henkilöstön ammattitaidon laajentaminen voivat olla myös työkaluja odotushukan vähentämiseen. Kaikkein tärkeintä odotuksen vähentämisessä on tunnistaa odotuksen syyt. Tuotannossa on nimittäin olemassa prosessista tai erävalmistuksesta johtuvaa odotusta. Tärkeää on siis erottaa kummasta odotustyyppistä on kyse. Prosessiodotukseen voi olla kolme eri syytä; materiaali odottaa prosessiin pääsyä, prosessi odottaa materiaalia, tai prosessi odottaa työntekijää. (Tuominen K 2010, 31.) Erävalmistuksesta johtuva odotus on taas usein kiinni neljästä eri syystä joita on työpisteiden erillään olo, massatuotannon menetelmien suosiminen, liian pitkät asetus ja vaihtoajat sekä vaikea tasapainotus työvaiheiden välillä. (Tuominen K 2010, 31.)

## 4.3 Kuljetukset

Kuljetuksia tarvitaan tuotteiden ja materiaalien liikutteluun erityöpaikkojen välillä. Sitä enemmän on kuljetuksia mitä enemmän on materiaalia. Kuljetustarpeita syntyy kun etäisyydet ovat tuotannossa pitkiä, tai kun koneet ovat väärässä järjestyksessä tai kaukana toisistaan. Materiaalin siirtely hyllyiltä pois tai hyllyille sekä materiaalin liikuttelu aiheuttavat kuljetuksen tarvetta. Kuljetus voi myös liittyä järjestyksen ylläpitämiseen. (Tuominen K 2010, 20.)

Jos halutaan yksinkertaisella tavalla vähentää turhia kuljetuksia, hyvä peruskeino on järjestellä uudelleen koneet ja työpaikat prosessien suuntaisiksi. Tämä ei ainoastaan vähennä kuljetusten tarvetta, vaan myös yksinkertaistaa koko kuljetusjärjestelmää. Myös muut lean -periaatteet voivat vaikuttaa kuljetushukan minimoimiseen. Esimerkiksi U-muotoinen valmistuslinja, työntekijän ammattitaidon lisääminen, seisaallaan työskentely joustavuuden lisäämiseksi, pienien sarjojen valmistus ja kuljetusyksikköjen standardointi vaikuttavat myös kuljetuksen tehostamiseen. (Tuominen K 2010, 20.)

#### 4.4 Varastointi

Ylituotanto johtaa varastojen kasvuun. Varastointi tarkoittaa materiaalin, osien ja tuotteiden varastoimista yrityksen sisällä. Syitä varastoinnille ovat mm. ylimääraisten tuotanto-osien valmistaminen virheellisten varalle, ylimääräinen tila varastoinnille, ja voidaan ajatella että ilman varastoja ei tulla toimeen. Monenlaisia ongelmia liittyy varastoihin ja varastointiin. Varastoissa on kiinni pääomaa ja ne vievät oman tilansa. Monilla yrityksillä saattaa olla niin kutsuttuja turhia varastoja useista eri syistä. Näitä syitä voivat olla esimerkiksi vanhat varastot joihin ollaan totuttu, tai on vain olemassa ”ylimääräistä” tilaa johon voidaan varastoida tavaraa, voidaan myös ajatella varastojen olevan elintärkeitä tai vain rakennetaan niitä varmuuden vuoksi. Paras tapa tunnistaa varastoinnin aiheuttama hukka on löytää sellaiset tuotannon pisteet, missä varastoja syntyy. Järjestelmien kehittäminen tuotannon tasapainottamiseksi, asetusajkojen lyhentäminen ja tarpeellisten ja tarpeettomien varastojen tunnistaminen ovat keinoja jolla varastointihukkaa voidaan pienentää tai välttää kokonaan. (Tuominen K 2010, 18.)

#### 4.5 Liike

Yhtenä tuotannon hukkana liike tarkoittaa tarpeetonta siirtelyä, joka ei kasvata tuotteen arvoa. Hyvänä esimerkkinä tästä on se että päätökset pitää hakea kaukaa ylemmältä johdolta myös perusasioissa. Yksinkertaisen perustoimenpiteen tekemiseen tarvitsee tehdä liikaa monimutkaista työtä. Ylimääräiset häiriötekijät kuuluvat myös tähän kategoriaan. Tämä hukka usein liitetään ergonomiaan. Kaikki ylimääräinen

taivuttelu, venyttely, kävely, nostelu ja kurottelu ovat turhaa liikettä. Nämä ovat usein myös terveydellisiä asioita, mikä ei tämän päivän yhteiskunnassa ole lainkaan merkityksetön asia. Ylimääräinen liike työssä pitäisi analysoida ja tunnistaa, että työ voidaan suunnitella paremmin. Ylimääräistä liikettä on myös, jos joudutaan hake-  
maan tuotannot osat tai työkalut kaukaisesta varastosta. Työpisteen epäsiisteys ja ylimääräiset tavarat aiheuttavat ylimääräistä liikettä. Tästä kärsii sekä tuotanto että ergonomia. Työpisteeseen voidaan esimerkiksi merkitä kaikkien tarvittavien työkalujen paikat. Näin ne voidaan aina löytää helposti ja työpisteelle ei kerry myöskään niin helposti työkalukasaa. (Monden Y, 2012, 275.)

Hukan minimoimisessa on tärkeää luoda tietyt standardit jokaiseen työvaiheeseen, sekä antaa tätä varten tarvittavaa koulutusta ja työhönopastusta henkilöstölle. Prosessointien visualisointi on hyvin tärkeää koko prosessin hahmottamiselle. Teknisinä parannuskeinoina ovat vaihto- ja asetusajkojen tehostaminen ja kone- ja käsiaikojen limittäminen. (Tuominen K, 2010, 26.)

#### 4.6 Laatuhukka

Laatuhukka syntyy virheistä, virheellisten tuotteiden tarkastamisesta, lajittelusta, korjaamisesta sekä asiakasvalitukseen vastaamisesta. Jos laatupuutteiden määrä lisääntyy, niin lisääntyvät myös asiakasvalitukset. Tämä on varma mittari virheiden määrästä. Laatupuutteiden syitä voivat olla mm. se että tuotteet tarkastetaan vasta prosessin viimeisessä vaiheessa, puutteelliset laatu- ja tarkastusstandardit, kuljetuksissa ja tuotteiden käsittelyissä tapahtuvia vaurioita, puutteellinen ammattitaito ja huonot työohjeet. Laatupuutteita pystytään välttämään mm. niin että jokainen tarkastaa oman työntuloksen, prosessin ja koneiden toimivuuden valvonnalla, prosessien laadun varmistamisella, käsittelyiden vähentämisellä, joka johtaa vaurioiden vähenemiseen, työkalujen ja ohjaimien kehittäminen, mekanisoinnin ja automatosoinnin kehittäminen, koneiden kunnosta pidetään huolta, laatu suunnitellaan jo tuotteen kehittämisvaiheessa. (Tuominen K 2010, 22.)



#### 4.7 Yliprosessointi

Yliprosessointi on hukkamuoto, jolla tarkoitetaan sitä kun asiakkaalle tehdään enemmän tai laadultaan liian hyvää. Turhat tuoteosat ja ominaisuudet, turhat valmistusprosessit ja tarpeettomat työvaiheet liittyvät yliprosessointiin. Tarpeettomat koneet ja turhat tarkastusvaiheet synnyttävät hukkaa. Prosessihukkaa voi syntyä esimerkiksi tilanteissa joissa tehdään työtä kuten aina ennenkin, tai silloin kun tuotteen on saattanut jäädä turhia osia tai ominaisuuksia, liian erilaisia tuotteita tehdään samassa tuotantolinjassa tai tuotteen standardointi on viety liian pitkälle. Myös prosessien tai vaiheiden jatkaminen joihin ei olisi enää tarvetta, aiheuttaa hukkaa. Vastuu prosessien suunnittelusta sekä prosessisuunnitelmien ajan tasalla pitäminen ehkäisevät hukan syntymistä. Toimivuuden tutkiminen ja henkilöstön osallistuminen prosessin suunnitteluun ja kehittämiseen ovat myös tärkeä osa prosessihukan ehkäisyssä. (Tuominen K 2010, 24.)

Jotta hukkaa voitaisiin välttää, tulisi vanhoja käytäntöjä kyseenalaistaa sekä antaa henkilöstölle arvoanalyysikoulutusta tämän kyseenalaistamisen tueksi. Prosessien kulun, osien tarpeellisuuden, ja prosessivaiheiden yhteensopivuuden kehittäminen ja tutkiminen ovat olennainen osa hukan välttämiseksi ja vähentämiseksi. Sisäisten asiakassuhteiden tehostamista ei myöskään tulisi unohtaa. (Tuominen K 2010, 24.)

#### 4.8 Käyttämätön potentiaali

Henkilöstön luovuuden käyttämättömyys on hukka, joka usein ohitetaan. Toyota on tunnettu ahkerasta työntekijöiden osallistumisesta tuotannon parantamiseen ja virheiden vähentämiseen. Jotkut johtajat eivät halua kuunnella työntekijöitään, tai he uskovat tietävänsä kaiken. Työntekijä saattaa huomata tehottomuuden tai tarpeettoman prosessin, mutta kertoessaan siitä eteenpäin heitä ei kuunnella. Henkilöstö pitää saada osallistumaan parantamiseen ja saada heidät tuntemaan kuuluvan tiimiin. Näin heidän osaaminen ja parannusehdotukset saadaan hyötykäyttöön (Monden Y, 2012, 239.)

## 5 INVESTOINNIN KUSTANNUS JA KANNATTAVUUS

Useimmiten tärkeimmät ja vaikeimmat päätökset liittyvät kauaskantoisiin suunnitelmiin. Faktatietojen lisäksi päätöksentekijän harkinnan merkitys on suuri. Pitkän aikajänteen päätökset tuovat mukanaan lisää monimutkaisia ja huomioonotettavia tekijöitä, jonka lisäksi käytettävissä olevaa tietoa ei ole lainkaan tai tieto on muuten epätäydellisempää. (Pellinen 2006, 170.)

Monien tekijöiden taloudellinen arviointi on edellytyksenä, kun arvioidaan investointia realistisesti. Näitä tekijöitä ovat esimerkiksi investointikohteen koko, tyyppi, sijainti ja investoinnin ajoitus, verotuksen huomioon ottaminen ja eri rahoitusvaihtoehtojen käytön merkitys. Lähtökohtana investointilaskelman teossa on arvion tekeminen investointimenoilla saavutettavan tulovirran suuruudesta ja varmuudesta. Investointiin liittyvät rahoitus- ja liiketoimintariski, tulon odotusaika, sitoutuvan pääoman määrä, rahoituksen riittävyys, käytettävissä olevat rahoitusmuodot. Investointimenon ja jäännösarvon suuruus on myös otettava huomioon investointilaskelmassa. (Pellinen 2006, 171.)

### 5.1 Investointilaskelmien komponentit

Arvioitaessa yksittäisten investointien hyvyttä tai vertaillaan useampien investointivaihtoehtojen paremmuutta, on investointilaskelmien teossa avainasemassa eri tekijöiden arviointi. Seuraavia komponentteja voidaan pitää investointilaskelmissa keskeisimpinä

- hankintameno
- nettokäyttöpääoma
- vuotuinen nettokassavirta
- investoinnin pitoaika
- jäännösarvo
- laskentakorkokanta
- kassavirtoihin liittyvä epävarmuus.

Huomattavaa on, että esimerkiksi poistoja tai muita tuloslaskelman eriä ei ole mukana komponenteissa, sillä nämä eivät suoranaisesti ole kassavirtoja. Tämä johtuu siitä, että vain kassavirroilla on merkitystä investointien kannattavuuden arvioinnissa. Ainoastaan silloin, jos poistot vaikuttavat yrityksen maksamiin veroihin, on niillä merkitystä myös investointilaskelmissa. (Ikäheimo 2012, 204.)

#### 5.1.1 Hankintameno

Hankintamenolla tarkoitetaan investoinnin aiheuttamaa taloudellista uhrausta, joka yrityksen täytyy tehdä kassavirtojen aikaansaamiseksi. Hyvin monenlaiset erät voivat muodostaa hankintamenon. Laitteiston hankkiminen, kiinteistön rakentaminen, markkinatutkimus, laitteiston asennus, laitteiston käynnistäminen ja liitännäisinvestoinnit voivat aiheuttaa maksuja kassasta. On tärkeää hahmottaa toteuttamatta jäävät menoerät, mikäli kyseistä investointia ei olisi tehty. Erilliskustannukset pyritään tunnistamaan investointipäätöksenteossa. Vielä pitkän aikaa investoinnin tekemisen jälkeen hankintamenoön sitoutunut pääoma vaikuttaa kassaan maksujen aikaansaamiseen. Tuotantokyky heikkenee usein ajan myötä, kun investoinnin arvo alenee. Tuotantoon osallistuminen ja arvonaleneminen yrityksen tilinpäätöksessä on yhtä kuin suunnitelman mukaiset poistot. (Ikäheimo 2012, 204.)

#### 5.1.2 Nettokäyttöpääoma

Tehtävästä investoinnista aiheutuvat muutokset varastoissa, myyntisaatavissa, kassassa ja ostoveljoissa muodostavat nettokäyttöpääoman. Toiminnan varmistamiseksi tulisi hankkia varastoon enemmän raaka-aineita, puolivalmisteita ja myös valmiita tuotteita kuin ennen investointia. Tämä johtaa siihen, että nettokäyttöpääoma sitoutuu koko investoinnin ajanjaksoksi ja näin ollen myös myynti saattaa kasvaa. (Ikäheimo 2012, 205.)

### 5.1.3 Nettokassavirta

Varsinaiseen tuotantovaiheeseen tehdyt investoinnit tuottavat kassatuloja ja kassamenoja eli vuotuisen nettokassavirran. Tuotteiden myynti sekä uuden teknologian aikaansaamat kustannussäästöt aikaansaavat positiivisia kassavirtoja. Tuotannon raaka-aineet, polttoainekustannukset, henkilöstön palkkamenot, laitteiston korjaukset ja huollot sekä epäonnistuneiden tuotteiden aiheuttama virheiden selvittely ja kuljetukset taas aikaansaavat kassamenoja. (Ikäheimo 2012, 205.)

### 5.1.4 Investoinnin pitoaika

Investoinnin tuottavan toiminnan ja vuotuisia nettotuottoja tuottavaa ajanjaksoa kutsutaan investoinnin pitoajaksi, johon vaikuttavat useat asiat. Laitteiston kulumisen vuoksi pitoaikaa saattaa rajoittaa laitteen fyysinen ikä. Tuotanto muuttuu epävarmemmaksi ja tuotantoon tulee katkoksia sitä mukaa, kun laitteisto kuluu ja sitä mukaa, kun siihen vaaditaan yhä enemmän huoltoa ja korjauksia. Laitteiston tekniikan rahkeet nykyaikaiseen tuotantotoimintaan on suoraan yhteydessä laitteiston tekniseen pitoaikaan, sillä teknologia kehittyy koko ajan, joten vanhaa tekniikkaa on vaikea ylläpitää. Kysynnän muutoksen seurauksena rajoittavaksi tekijäksi voi muodostua juuri tuotteen ikä silloin, kun tuote on mahdollisesti pois muodista tai kun jokin edistyksempinen tuote korvaa aiemman tuotteen. Taloudellisesti paras ajanjakso pitää investointi toiminnassa muodostaa investoinnin taloudellisen iän. (Ikäheimo 2012, 205.)

### 5.1.5 Jäännösarvo

Investoinnin käyttöiän loppuessa jäljellä jäävä osuus muodostaa jäännösarvon. Investoinnin käynnistymisestä menee usein jopa vuosikymmeniä, ennen kuin yksittäisen investoinnin tuotanto päättyy. Jäännösarvo on siis yhtä kuin tämä päätös, ja siitä käytetään myös nimeä romuarvo. Jäännösarvon oletetaan usein olevan arvoton, koska sen arvioiminen on vaikeaa. Jäännösarvo voi joissakin tapauksissa olla myös negatiivinen. Esimerkiksi varastointikulut, kierrätysmaksut tai saastuneen maa-alueen puhdistuskulut voivat aiheuttaa kustannuksia kun investoinnin kohteena on ollut ongelmajäte. (Ikäheimo 2012, 206.)

### 5.1.6 Laskentakorkokanta

Rahan aika-arvoa jolla investointiin liittyviä kassavirtoja siirretään ajankohdasta toiseen, kutsutaan laskentakorkokannaksi. Tämä ajallinen siirtäminen on välttämätöntä, koska investointeja arvioitaessa Kaikki kassavirrat pyritään saamaan vertailukelpoiksi toisiinsa nähden, joten ajallinen siirtäminen on välttämätöntä investointeja arvioitaessa. Tulevaisuudessa saatava samansuuruinen kassavirta on aina vähempiarvoinen kuin nykyhetkellä saatava. Diskonttaamisesta puhutaan silloin kun tulevaisuudesta siirretään kassavirtoja nykyhetkeen. Rahan aika-arvo vaikuttaa investoinnin tuottovaatimukseen kun taas riskin hinta perustuu rahoitusmarkkinoilla määräytyvään riskikorjattuun rahan hintaan. Vieraan ja oman pääoman muodostamat rahoitusosuudet ja näiden rahoitusmuotojen arvokkuus vaikuttavat tuottovaatimukseen. (Ikäheimo 2012, 206.)

## 5.2 Investointilaskennan lähtöarvot

Investoinnin kattavuus ja järkevyys pyritään selvittämään investoinnin pitoajan mitaisella laskelmalla, jota kutsutaan investointilaskelmaksi. Erityisesti silloin kun investointivaihtoehtoja on useita ja ne tulisi asettaa tärkeysjärjestykseen, on investointilaskelma välttämätön. Kun tehdään laskelmia, toteutuskustannuksiin, saataviin tuottoihin ja rahoitusvaihtoehtoihin tullaan väkisinkin kiinnittämään huomiota. Näin ollen laskelmien tekeminen on siis myös liiketoimintamielessä järkevää. Tämä arvi-

ointi saattaa johtaa parempaan lopputulokseen. Sitä enemmän tietojen keräämiseen on panostettava, mitä suuremmasta investoinnista on kysymys. Investoinnin kannattavuutta tulee arvioida vähintään kahdella menetelmällä, joita ovat (Yritystulkki, 2015)

- nykyarvomenetelmä
- annuiteettimenetelmä
- takaisinmaksuajan menetelmä
- sisäisen korkokannan menetelmä
- yksinkertaistettu sisäisen korkokannan menetelmä.

### 5.2.1 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmää käytettäessä tuotot ja kulut diskontataan nykyhetkeen valitulla korkokannalla laskettuna. Jos tulevat nettotuotot ovat perusinvestointia suuremmat, tällöin investointi on ollut kannattava. Toteuttaminen harvoin tapahtuu ilman vuoden aikaviivettä, joten usein perusinvestointikin joudutaan diskonttaamaan. Jos kannattavuutta laskiessa käytettäisiin pelkästään nettotuottoja, investoinnista tulisi helposti liian kannattava. Tämän vuoksi tulisi laskennassa käyttää myös laskentakorkokantaa. (Yritystulkki, Investoinnin laskenta, 2015)

Tuottojen nykyarvo (TNA) kaava: (Yritystulkki, 2015)

(1)

$$K_{vt} = k * \frac{(1+i)^n}{i(1+i)^n}$$

(2)

$$J_{dis} = \frac{JA}{(1+i)^n}$$

jossa:

$k$  = investointituotto

$i$  = Laskentakorkokanta

$n$  = investoinnin pitoaika

$JA$  = Jäännösarvo

näiden kaavojen avulla pystytään laskemaan tuottojen nykyarvo TNA. (Yritystulkki, Investoinnin laskenta, 2015)

(3)

$$TNA = K_{vuosituotto} + J_{dis}$$

Kustannusten nykyarvo (KNA) kaava: (Yritystulkki, 2015)

(4)

$$K_{vk} = k * \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

jossa:

$H$  = hankintahinta Ei diskontata

$k$  = käyttökustannukset

$n$  = investoinnin pitoaika

$i$  = laskenta korkokanta

Näiden kaavojen yhteen lasketulla tuloksella saadaan kustannusten nykyarvo KNA:

(5)

$$KNA = K_{vk} + H$$

Jos  $TNA \geq KNA$  niin investointi on kannattava nykyarvomenetelmällä. (Yritystulkki, Investoinnin laskenta, 2015)

### 5.2.2 Annuiteettimenetelmä

Vuosierät eli annuiteetit muodostuvat, kun nykyhankintameno jaetaan investoinnin pitoaikaa vastaaville vuosille yhtä suuriksi pääomakustannuksiksi. Tätä menetelmää kutsutaan annuiteettimenetelmäksi. Annettu vuosikorko sekä poiston osuus yhteenlaskettuna muodostavat vuosierän. Investointi on kannattavaa silloin, kun pääoman hoitamisesta aiheutuvat kustannukset ja vuosittaiset nettotuotot ovat yhtä suuret. Jäännösarvon nykyarvo on vähennettävä hankintakustannuksista, mikäli investointiin

liittyy tällainen jäännösarvo. Tämä laskentamenetelmän ongelmana on se, että jos nettotuottovuodet poikkeavat toisistaan suuresti, on niitä tällöin myös vaikeaa hahmottaa. (Yritystulkki, 2015)

#### Esimerkkilasku

Koneen hankintahinta on 450 000 ja koneen arvioitu käyttöikä 6 vuotta. Vuosittainen investointituotto on 290 000 ja käyttökustannukset ovat 190 000. Jäännösarvo on 210 000 ja laskentakorkokanta 15 %.

#### Kustannusannuiteetti (KA):

Vuosikustannus: 190 000€

Hankintakustannukset/vuosi:  $K_0 = 450\,000\text{€}$ , eli vuosikustannus on

$$k = 450\,000\text{€} * \frac{0,15 * 1,15^6}{1,15^6 - 1} = 118\,907\text{€}$$

Kustannusannuiteetti KA:  $190\,000\text{€} + 118\,907\text{€} = 308\,907\text{€}$

#### Tuottoannuiteetti TA:

Vuosituotto: 290 000€

Jäännösarvo/vuosi:  $J = K_n = 210\,000\text{€}$ , Eli vuosittaiseksi eräksi tulee

$$k = K_n * \frac{i}{(1+i)^n - 1} = 210\,000\text{€} * \frac{0,15}{1,15^6 - 1} = 23\,990\text{€}$$

Tuottoannuiteetti TA:  $290\,000\text{€} + 23\,990\text{€} = 313\,990\text{€}$

Esimerkkilaskussa  $TA \geq KA$ , joten annuiteettimenetelmän mukaan investointi on kannattava. (cc.oulu, 2015)

#### 5.2.3 Takaisinmaksuajan menetelmä

Takaisinmaksuajan menetelmän on tarkoitus selvittää, kuinka nopeasti investoinnin yhteenlasketut nettotuotot ylittävät perushankintakustannukset eli kuinka nopeasti tuotot maksavat investoinnin takaisin. Varsin yksinkertaisella laskukaavalla on mahdollista selvittää takaisinmaksuaika, eli hankintakustannus / vuotuinen nettotuotto. (Yritystulkki, 2015)



Esimerkiksi kun hankintahinta on 50 000 euroa / vuotuinen nettotuotto 9 000 € = n. 5,5 vuotta. Laskennallisen helppoutensa vuoksi tämä menetelmä on käytössä laajalti. Menetelmän heikkous piilee siinä, että korkoa ei oteta menetelmässä huomioon. Menetelmää käytettäessä voidaan korko ottaa huomioon laskemalla jokaiselle vuosituotoille halutun koron mukainen nykyarvo, minkä jälkeen takaisinmaksuaika voidaan tarkistaa. Investoinnit, jotka tuottavat mahdollisimman nopeasti rahat takaisin, ovat myös kyseisen menetelmän mukaan edullisinta suorittaa. Menetelmä osoittaa investoinnin rahoitusvaikutuksen eikä siis niinkään investoinnin kannattavuutta. Tämän vuoksi annuiteettimenetelmää ei tulisi koskaan yksinään käyttää ainoana arviointimenetelmänä, vaan lisäksi tulisi ottaa käyttöön myös investoinnin tuoton eli koron osoittava menetelmä. (Yritystulkki, 2015)

#### 5.2.4 Sisäisen korkokannan menetelmä

Sisäisen korkokannan menetelmä kertoo ne rahoituskustannukset, joilla investointi kannattaa toteuttaa. Investointi on kannattava, jos sisäinen korkokanta on suurempi kuin investoinnin tuottovaatimus. Sisäinen korkokanta kertoo prosentuaalisesti, kuinka paljon investointiin sijoitetulla pääomalla saadaan tuottoa. (Ikäheimo, 2012, 208.)

Sisäinen korkokanta lasketaan lausekkeesta: (Ikäheimo, 2012, 209.)

(6)

$$\sum_{t=1}^n \frac{NCF_t}{(1+r)^t} + \frac{JA}{(1+r)^n} - H = 0$$

jossa:

$NCF_t$  = Kassavirta

$r$  = Investoinnin sisäinen korkokanta

$JA$  = Jäännösarvo

$n$  = Investoinnin pitoaika

$H$  = Hankintahinta

### 5.2.5 Investoinnin tuottoprosentti

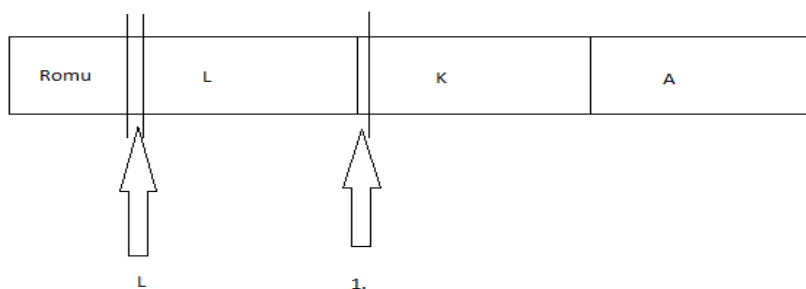
Yksi yritystoiminnan keskeisimmistä mittareista on sijoitetun pääoman tuotto-prosentti eli return on investment (ROI). Kyseessä on suhdeluku, jossa sijoitettuun pää-omaan suhteutetaan nettotulos ja korkotulot tarkastelujakson osalta. Seuraavalla kaa-valla voidaan laskea sijoitetun pääoman tuotto:

$$\text{Sijoitetun pääoman tuotto} - \% = \frac{\text{Nettotulos} + \text{Korkokulut}}{\text{Sijoitettu pääoma keskimäärin}} * 100 \quad (7)$$

Oman pääoman ja korollisten vieraan pääoman summasta saadaan investointiin sijoitettu pääoma. Sijoitetun pääoman tuottoprosentti kuvastaa sitä, miten hyvin yritykseen sijoitettu pääoma on saatu tuottamaan sijoittajien näkökulmasta. (Ikäheimo, 2012, 127.)

## 6 NÄYTESAHAUS

Tällä hetkellä Luvatalla näytesahaus toimii niin, että kaikista puristimelta tulleista tangoista ja putkista otetaan puolijohdenäytteet, jonka jälkeen näytteet sahataan hal-lin eteläpäässä sijaitsevalla pyörösahalla. Jokainen tanko ja putki sahataan kolmeen tai neljään osaan, joista otetaan kaksi näytettä (loppunäyte ja pistenäyte). Jos näyte on otettu kappaleen loppupäästä, kirjataan näytteeseen tuotteen puristenumero ja kir-jain L. Vastaavasti tuotteeseen leimataan samat merkinnät. Toiseen näytteeseen eli pistenäytteeseen tulee myös puristeen numero sekä merkintä 1. ja tuotteeseen samat merkinnät. Näytteet ovat kooltaan noin 20mm paksuisia kiekkoja, jotka lähetetään metallilaboratorioon tarkastettavaksi. Laboratoriossa näytekappaleista tarkistetaan happi- ja vetypitoisuus, joita tuotteissa ei tule olla. Mikäli jossain näytteessä on ha-vaittavissa vikoja, se pystytään pysäyttämään tuotannossa.



**Kuva 4.** Näytteiden sahaus. Piirros kuvaa tankoa, joka sahataan kolmeen eri osaan, alku-, keski- ja loppuosaan. Tangosta otetaan kaksi näytettä, jotka on havainnollistettu nuolin.

### 6.1 Nykyinen sijainti

Puristin sijaitsee vetämön pohjoispäässä, josta puristetut tuotteet kuljetetaan toiselle puolelle hallia näytesahaukseen. Tuotteet eivät välttämättä heti siirry sahalle, sillä sahalla voi mahdollisesti olla ruuhkaa jolloin tuotteet voivat jäädä jopa päiviksi odottamaan vuoroaan sahaukseen. Tästä taas seuraa se, että näytteidenvirta laboratorioon katkeaa joko kokonaan tai on katkonaista. Kuvasta 4 pystytään havainnoimaan puristimen ja sahan välimatkaa.

Tuotteiden saaminen puristimelta näytesahaukseen ja näytesahauksesta pääntekoon vaatii jo seitsemän nostoa ja seitsemän siirtoa. Näitä siirtoja ja nostoja tulee saada vähennettyä, sillä ne ovat hukkaa eivätkä tuota lisäarvoa. Nämä siirrot tuottavat työntekijöille hukkaa, kun joudutaan odottamaan nostureita ja ylimääräisessä edestakaisessa liikkeessä.

### 6.2 Metallilaboratorio

Tuotannossa otetut näytteet kuljetetaan Luvatan omaan laboratorioon. Näytekiekoista sahataan vannesahan avulla noin 20mm pituinen siivu. Tämä kappale kuumennetaan, jonka jälkeen se laitetaan glykoliin ja sen jälkeen se menee vesihiontaan, jossa pinnasta saadaan mahdollisimman tasainen. Tämän jälkeen tuote viedään tarkastettavaksi mikroskoopille.

Jos näytteidenotto olisi heti puristusprosessin yhteydessä, olisi näytteiden virta laboratorioon jatkuva. Tämän hetkisessä tilanteessa näytevirta ei ole tasainen vaan katkonainen, johtuen näytteiden sahaamisen logistisesta sijainnista ja odotuksien pituuksista. Näistä ongelmista johtuen laboratoriossa työskentelevillä työntekijöillä on vaihtelevasti töitä. Ajoittain odotellaan näytteiden saapumista toimettomana, ja kun toimitus vihdoinkin tulee, on toimituserä niin suuri että työt voivat ruuhkautua. Huomioon otettava seikka on myös se, että näytteiden tutkiminen tapahtuu pääsääntöisesti vain päiväsaikana. Tämä tarkoittaa sitä, jos tuotteiden näytteet on sahattu iltapäivän tai illan aikana, silloin ne tutkitaan vasta seuraavana päivänä.

## 7 NÄYTESAHAUSPAIKAN SUUNNITTELU

Uuden näytesahauspaikan suunnittelussa haettiin sahalle logistisesti ja käytännöllisesti parempaa sijaintia, mahdollistaen tuotteiden läpimenoaikojen pienentymisen. Uudelle sahalla optimaalisen sijoituspaikka on puristusprosessin välittömässä yhteydessä. Näytesahauspaikkojen suunnittelussa on siis pääsääntöisesti pyritty suunnittelemaan saha puristimen ympäristöön. Kaikissa sahausvaihtoehdoissa, paitsi vaihtoehdossa 1, 3 ja 5 tuotteista otetaan pelkkä loppunäyte. Pistenäytteet otetaan vain siinä vaiheessa, kun laboratoriosta on tullut ilmoitus siitä, että loppunäyte on huono.

### 7.1 Vaihtoehto 1

Ensimmäinen vaihtoehto näytteenoton tehostamiseksi on puristimella sijaitsevan sahan uusiminen kokonaisuudessaan. Tällä uudella sahalla pystyttäisiin sahaamaan näytteisiin vaadittavia n.20mm paksuisia näytekiekkoja. Haasteena tässä vaihtoehdossa on se että tulisi keksiä jokin ratkaisu näytekiekon poistamiseen sahauksen jälkeen. Saha tulee olemaan etupuoli itään päin mahdollistaen tuotteiden esteettömän pääsyn sahauspaikalle.

Yhtenä ratkaisuna tälle haasteelle olisi se, että näytteen poistoon käytettäisiin pitkävartisia pihtejä, joilla pystytään turvallisesti koneen sivusta ottamaan näytekappale käsittelyyn. Toisena mahdollisena ratkaisuna asiaan voitaisiin pitää sitä, että heti sahauksen jälkeen näyte otetaan robotiikan avulla pois sahapöydältä. Tämän jälkeen näytteeseen merkittäisiin puristenumero sekä mistä kohtaa näyte on otettu. Tuotteeseen tehtäisiin samat merkinnät heti siinä vaiheessa, kun tuote on tullut kuljetinta pitkin telineeseen. Kun tuotteet on merkitty, ne voidaan siirtää siirtokuormurin päälle, joka kuljettaa tuotteet päänteon lähelle. Tuotteet jaetaan taakkatelineisiin, josta ne vapautuvat jatkomuokkaukseen välittömästi näytteiden tullessa hyväksytyiksi. Jos näytteitä on hylätty laboratoriossa, niistä tullaan ottamaan tässä suunnitelmassa uusi näyte. Uusintänäytteidenottoon käytetään 45 tonnin sahaa.

Sahauksesta syntyvää jätettä tulee uuden sahan isomman käytön johdosta huomattavasti enemmän kuin vanhassa sahassa. On siis mietittävä, että onko järkevää kuljettaa romukuparia samalla tavalla kuin mitä se tällä hetkellä tapahtuu, eli siis siltanosturin avulla. Tilan ahtauden vuoksi olisi hyvä keksiä jokin parempi ratkaisu tälle. Yhtenä vaihtoehtona on se, että sahauksen yhteyteen rakennetaan kuljetinrata, jota pitkin sahauksesta syntyvä kuparilastu kuljetettaisiin sahalta pois. Kupariromu kulkisi hihnaa pitkin, jonka päässä se tippuisi kupariromulle tarkoitettuun säiliöön. Isommat sahauksesta syntyvät romupalat joudutaan kuljettamaan samalla tavalla kuin aikaisemminkin, sillä isot palat tukkisivat kuljetinlinjan. Toisena vaihtoehtona on se, että saha remontin aikana alueelle rakennettaisiin kiskot, jota pitkin romusäiliöt olisivat helposti vietävissä alueelta pois. Romusäiliöt työnnettäisiin kiskoja pitkin pois tai vaihtoehtoisesti ne kulkisivat automatisoidusti. Kiskojen päästä säiliöt haettaisiin trukin avulla ja tilalle laitettaisiin uusi.

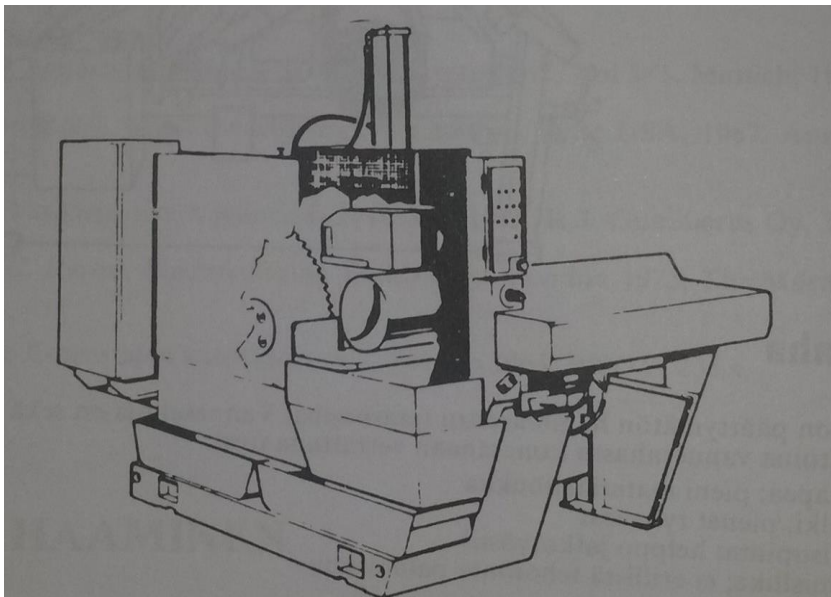
Etuja tämän sahan käyttöönotosta olisi

- Näytteiden tasainen ja jatkuva virta laboratorioon
- Tuotantoajan lyheneminen, kun näytteidenottoa ei tarvitse odottaa
- Tuotteiden liikuttelu vähenisi, joka edesauttaa virheiden/kolhujen määrän pientymistä
- Välivarastointiaika lyhenisi

Tämän vaihtoehdon heikkoudet ovat

- Koneen vaihdon hinta
- Sahausten haastavuus, kun puristeet eivät ole aina suoria

Sahamallina tähän toteutukseen sopisi parhaiten pyörösaha, koska työstökoneena pyörösahat ovat tarkkoja ja tehokkaita. Terinä niissä käytetään teräkiekkoja. Sahausjälki on tasainen ja suora tukevan runkorakenteen ja tarkasti pyörivän terän ansiosta. Pyörösahat on helppo varustaa numeerisella ohjauksella ja tangon käsittelyn automaatiikalla. Irrotettavat aihiot voidaan lajitella ohjelmoidusti. (Ihalainen E. 1985, 195.)



**Kuva 5.** Pyörösaha on paras vaihtoehto tähän toteutukseen, nopean sahaamisen ja tarkan jäljen ansiosta. (Ihalainen E. 1985,195.)

## 7.2 Vaihtoehto 2

Toisena vaihtoehtona näytteenoton tehostamiseen olisi nykyisen puristimen sahan kunnostus niin, että sahaa on turvallista käyttää. Tällaisella sahalla pystyttäisiin sahaamaan n.100mm pituisia tankoja. Puristimen sahan viereen sijoitettaisiin lisäsaha, jolla 100mm pituisista tangoista sahattaisiin vaadittavat näytepalat.

Puristimella sijaitseva saha olisi korjattava sellaiseen kuntoon, että sen ympäristössä on turvallista työskennellä. Tämän toteuttamiseen tarvittaisiin muutama suojalevy sekä tukirakenteiden vahvistamista. Materiaalien hankintaan ei tarvitse suurta sijoitusta. Näiden korjausten jälkeen pystyttäisiin puristimen sahaa hyödyntämään turvallisesti näytteenottoprosessia ajatellen. Sahalla leikattaisiin 100mm pituisia paloja tuotteesta, jotka otettaisiin apuvälineitä hyödyntäen sahapöydältä. Tuotteet siirrettäisiin käsin lisäsahalle, jossa niistä leikattaisiin vaadittava 20mm paksuinen näytekiekko.

Puristimensahan ja lisäsahan toimintojen yhdistäminen poistaisi monia haittakohtia tuotantolinjalta, esimerkiksi nostojen ja siirtojen määrät pienenisivät seitsemästä kolmeen, joka edesauttaisi tuotteiden pintojen laatuun sekä tämän lisäksi varastointi aika lyhenisi. Näytevirta laboratorioon olisi kokoajan tasainen, joka johtuu siitä että nyt pystyttäisiin näytteet lähettämään tutkittavaksi aina samaan aikaan, kun puristerä on valmis siirrettäväksi. Vaihtoehdon heikkona kohtana on näytteen sahaamiseen liittyvä manuaalinen työ, jossa työntekijä joutuu käsin liikuttelemaan ja kurottelemaan puristimen sahalta olevaa n.100mm mittaista palaa, josta näytteet lopulta leikattaisiin.

### Edut

- Nostot vähenevät
- Varastointiaika lyhenisi
- Kolhut ja virheet vähenisivät

### Haitat

- Hankaluus
- Näytteiden merkkaus
- Hitaus

Päättymätön hammastettu teräsnauha toimii vannesahan teränä. Vannesahoja on kahdenlaisia; sekä pysty että vaaka tyyppisiä. Vannesahan työstöura on kapea, jonka ansiosta materiaalihukka on pienempi verrattuna konesahaan. Tämän lisäksi sahausjälki on suoraa ja katkaisupinta on tasainen, jonka ansiosta jatkotyöstö on helpompaa. Jatkuva lastuamisliike mahdollistaa sen, ettei erillistä tehotonta paluuiskua muodostu. (Ihalainen E. 1985, 195.)



**Kuva 6.** Vaakatyypinen vannesaha, joka sopii hyvin metallien leikkaamiseen. (koneita, metallisahat, 2015)



### 7.3 Vaihtoehto 3

Kolmantena vaihtoehtona olisi uuden sahan sijoitus hallin pohjoispäähän, jolla sahataisiin ainoastaan puristimelta tulleiden putkien ja tankojen näytteitä. Saha olisi mahdollista sijoittaa 45t vetopenkin ja oikaisupenkki 800.n väliin. Tällä sijainnilla pystyttäisiin välttämään tuotteiden etelä- ja pohjoissuuntaista liikennettä, nostojen määrä vähenisi sekä tuotteiden näytteenotto nopeutuisi. Näin ollen hallin eteläpäässä sijaitseva pyörösaha pystyttäisiin antamaan pelkästään valmiiden tuotteiden sahaamiseen.

Puristetut tuotteet saapuisivat puristimelta näytesahalle samalla tavalla kuin tälläkin hetkellä. Tuotteet nostettaisiin siirtokuorma-autosta uuden sahan telineisiin tai pöydälle, josta tuotteet siirtyisivät rullakuljettimien avulla sahauspisteeseen. Tämän jälkeen tuotteista otettaisiin loppunäyte sekä pistenäyte, näytteet merkattaisiin ja laitettaisiin laatikkoon ja laatikkoon tulostetaan myös kortti, mistä näkee tuotteen tiedot. Näytelaatikko lähtee laboratorioon, jossa näytteet tutkitaan. Näytteistä tulleiden tulosten mukaan tuotteet vapautettaisiin jatkotuotantoon. Jos näytteissä on havaittavissa vikoja, niin tuotteista pystyttäisiin ottamaan vielä kolmas näyte, mitä kutsutaan pistepiste näytteeksi.

Etuja tämän sahan käyttöönotosta olisi

- näytteiden tasainen ja jatkuva virta laboratorioon
- tuotantoajan lyheneminen, kun näytteidenottoa ei tarvitse odottaa
- tuotteiden liikuttelu vähenisi, joka edesauttaa virheiden/kolhujen määrän pienentymistä
- välivarastointiaika lyhenisi

Tämän vaihtoehdon heikkoudet ovat

- koneen hankintahinta
- tilanpuute

#### 7.4 Vaihtoehto 4

Tässä vaihtoehdossa käytettäisiin nykyistä puristimella olevaa tuotesahaa, jonka avulla tuote sahataan normaaliin tapaan. Tämän sahausvaiheen jälkeen olisi toinen saha, joka toimisi käsikäyttöisesti. Lisäsahaan lisättäisiin stoppari, jonka avulla tuote saataisiin pysähtymään juuri siihen mittaan kuin halutaan. Tässä tilanteessa se olisi 20 mm mittainen näytekiekko. Näytekiekon sahauksen jälkeen se merkitään, kuten myös se tuote josta näyte on leikattu. Merkitsemisen jälkeen näyte laitettaisiin laatikkoon. Kun koko työ on saatu valmiiksi ja näytteet saatu otettua, on näytelaatikko valmis kuljetettavaksi laboratorioon. Näytteissä havaittavien virheiden johdosta uusinta näytteidenotossa käytettäisiin 45 tonnin sahaa.

Sahauksesta syntyvä romukupari laitettaisiin metallisiin romusäiliöihin. Romulaatikoiden sijoittaminen puristimen läheisyyteen olisi kuitenkin hieman hankalaa tilanpuutteen takia, mutta pienillä muutoksilla ja siivouksilla kuitenkin mahdollinen. Romusäiliöiden kuljettamista varten on suunniteltava parempi lähestymistapa, sillä romua syntyy tässä vaihtoehdossa paljon enemmän. Tämä lähestymistapa voisi olla mahdollisen kuljetinradan tai kiskojen avulla. Säiliö kuljetettaisiin puristimelta raiteita pitkin (kuvan 12) mukaisesti. Kiskojen päästä säiliö siirrettäisiin trukin avulla vetämön piha-alueelle, jonka jälkeen trukin avulla tuotaisiin uusi säiliö tilalle.

Etuja tämän sahan käyttöönotosta olisi

- Näytteiden tasainen ja jatkuva virta laboratorioon
- tuotantoajan lyheneminen
- tuotteiden liikuttelu vähenisi, joka edesauttaa virheiden/kolhujen määrän pienentymistä
- välivarastointiaika lyhenisi

Tämän vaihtoehdon heikkoudet ovat

- pienet työskentelytilat
- näytteiden merkkkaus

## 7.5 Vaihtoehto 5

Tätä näytteenottovaihtoehtoa on suunniteltu käytettäväksi vain 35.75 mm - 65 mm paksuisille puristetuille. Puristimen tuotesaha leikkaisi tuotteet niille kuuluviin mittoihin ja puristeen päästä leikattaisiin maksimi pituinen pätkä. Tästä pätkästä leikattaisiin puristimen tuotesahan viereen sijoitetun lisäsahan avulla 20 mm pituinen näytepala. Tuotteista otettaisiin vain yksi näyte eli loppunäyte. Näytepala ja tuote merkittäisiin, näytteet laitettaisiin laatikkoon. Laatikkoon tulostettaisiin kortti mukaan, mikä kertoo tuotteen tiedot. Kun koko työ on saatu valmiiksi ja otettua niistä näytteet, näytelaatikko on valmis kuljettavaksi laboratorioon. Mikäli laboratoriosta tulisi tieto, että L-näyte on huono, otettaisiin silloin pistenäyte tuotteesta. Tässä tilanteessa käytettäisiin näytteenottoon 45 tonnin sahaa. Jos todetaan, että tuotetta on riittävästi tilauksen täyttämiseen huonosta näytekappaleesta huolimatta. Tuote romutettaisiin kokonaan, ilman että siitä otettaisiin uutta näytettä.

Tuotteiden siirtoon puristimelta on suunniteltu siltanosturiin lisättäväksi kääntölaitetta. Tämän kääntölaitteen avulla tuotteiden kääntäminen onnistuisi vaivattomasti ja nopeasti. Lisäksi tähän vaihtoehtoon on suunniteltu tuotteiden siirtoa seinän toiselle puolelle, ja tämä toteutuisi wekkerin pöytää hyödyntäen. Pöytään lisättäisiin kuljetimet joiden avulla pöytää pystyittäisiin liikuttamaan seinän toiselta puolelta toiselle vaivattomasti ja helposti. Näitä apuvälineitä käytettäisiin myös yli 65 mm paksuisille tuotteille, mutta näytteet näistä tuotteista otettaisiin kuitenkin edelleen vanhalla menetelmällä. Näiden kahden lisälaitteen avulla pystyittäisiin myös eliminoimaan tällä hetkellä käytössä oleva siirtokuorma-auto, jolla näitä kääntöjä ja siirtoja seinän toiselle puolelle tehdään. Tämän auton eliminoiminen olisi hyvä asia, sillä auton käyttöikä alkaa on jo loppusuoralla, lisäksi autolla tuotteiden kääntäminen vaatii hyvin paljon tilaa, ja sitä hallissa ei juuri ole.

Etuja tämän sahan käyttöönotosta olisi

- Näytteiden tasainen ja jatkuva virta laboratorioon
- tuotantoajan lyheneminen, kun näytteidenottoa ei tarvitse odottaa
- tuotteiden liikuttelu vähenisi, joka edesauttaa virheiden/kolhujen määrän pientymistä
- välivarastointiaika lyhenisi
- puristeiden kääntäminen helpottuu
- siirtokuormaaja poistuu käytöstä

Tämän vaihtoehdon heikkoudet ovat

- pienet työskentelytilat
- näytteiden merkkkaus

## 8 INVESTOINTILASKELMAT

Investointilaskelmat on laskettu kolmea laskutapaa hyödyntäen, jonka avulla saadaan sijoitusten kannattavuudesta parempi arvio. Laskuissa on käytetty sisäisenkorkokannan menetelmää, nykyarvomenetelmää ja takaisinmaksumenetelmää. Laskut on tehty vaihtoehtoista 1-5. Laskuissa on käytetty fiktiivisiä arvoja, koska oikeita lukuja ei voida käyttää niiden ollessa liikesalaisuuksia.

### 8.1 Lähtötilanne

Taulukko 1. Taulukossa on annettu kaikille vaihtoehdoille arvot. Käyttökustannukset ovat kaikissa tapauksissa samat 50 000 €. Käyttöikä on kaikissa tapauksissa sama 20 vuotta. Jäännösarvoa ei ole missään vaihtoehdossa Laskentakorkokantana laskuissa on käytetty 6 %.

Perustiedot	Vaihtoehto 1	Vaihtoehto 2	Vaihtoehto 3	Vaihtoehto 4	Vaihtoehto 5
Käyttökustannukset	50 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €
Nettotuotto	100 000,00 €	105 000,00 €	95 000,00 €	105 000,00 €	95 000,00 €
Käyttöikä	20 Vuotta	20 Vuotta	20 Vuotta	20 Vuotta	20 Vuotta
Uuden hankintahinta	200 000,00 €	195 000,00 €	200 000,00 €	205 000,00 €	185 000,00 €
Jäännösarvo	0	0	0	0	0
Laskentakorkokanta	6 %	6 %	6 %	6 %	6 %

### 8.1.1 Nettonykyarvo

Nettonykyarvoksi vaihtoehto 1 saatiin 373 496 €. Paremmiin laskelmia voidaan tarkastella Liite 1 ”Investointilaskelmat vaihtoehto 1”. Vaihtoehdolle 2 nettonykyarvon arvoksi saatiin 435 845 €. Tuloksia voidaan tutkia paremmin Liite 2 ”Investointilaskelmat vaihtoehto 2”. Vaihtoehdolle 3 nettonykyarvon arvoksi saatiin 316 146 €. Tuloksia voidaan tutkia paremmin Liite 3 ”Investointilaskelmat vaihtoehto 3”. Vaihtoehdolle 4 nettonykyarvon arvoksi saatiin 425 845 €. Tuloksia voidaan tutkia paremmin Liite 4 ”Investointilaskelmat vaihtoehto 4”. Vaihtoehdolle 5 nettonykyarvon arvoksi saatiin 331 146 €. Tuloksia voidaan tarkastella paremmin Liite 5 ”Investointilaskelmat vaihtoehto 5”.

Suhteellinen nykyarvon menetelmä on kannattava siinä tapauksessa, jos luvuksi saadaan suurempi kuin yksi. Suhteellisen nykyarvon menetelmällä tuloksiksi saatiin:

Vaihtoehto 1

$$\frac{373\,496\text{€} + 200\,000\text{€}}{200\,000\text{€}} = 2,87$$

Vaihtoehto 2

$$\frac{435\,845\text{€} + 195\,000\text{€}}{195\,000\text{€}} = 3,24$$

Vaihtoehto 3

$$\frac{316\,146\text{€} + 200\,000\text{€}}{200\,000\text{€}} = 2,58$$

Vaihtoehto 4

$$\frac{425\,845\text{€} + 205\,000\text{€}}{205\,000\text{€}} = 3,07$$

Vaihtoehto 5

$$\frac{331\,146\text{€} + 185\,000\text{€}}{185\,000\text{€}} = 2,79$$

Suhteellisen nykyarvon tuloksista kaikki olivat positiivisia. Näin ollen kaikki investointi ratkaisut ovat kannattavia, kuten myös netto nykyarvon menetelmällä kaikki tulokset olivat positiivisia.

#### 8.1.2 Sisäinen korkokanta

Sisäisen korkokannan laskemisessa hyödynnettiin excelissä olevaa sisäistä korkokantafunktiota. Investointi on kannattavaa kun sisäinen korkokanta on suurempi kuin laskentakorkokanta. Sisäisen korkokannan menetelmällä saatiin kaikista vaihtoehdoista kannattavia, koska laskentakorko oli näissä tapauksissa 6 %. Vaihtoehto 1 tulokseksi saatiin 24,70 %, vaihtoehto 2 tulokseksi saatiin 28 %, vaihtoehto 3 tulos oli 22,08 %, vaihtoehto 4 sisäisen korkokannan tulokseksi saatiin 26,59 % ja vaihtoehdon 5 tulokseksi saatiin 23,99 %.

#### 8.1.3 Takaisin maksuaika

Takaisin maksuaikaa laskettaessa huomioitiin rahan aika-arvo, näin ollen takaisinmaksuaika pystytään laskemaan mahdollisimman todenmukaisesti. Takaisin maksuaika menetelmällä tuloksiksi saatiin:

Vaihtoehto 1	4 vuotta 262 vuorokautta
Vaihtoehto 2	4 vuotta 40 vuorokautta
Vaihtoehto 3	5 vuotta 121 vuorokautta
Vaihtoehto 4	4 vuotta 129 vuorokautta
Vaihtoehto 5	4 vuotta 316 vuorokautta

## 9 LOPPUPÄÄTELMÄ

Tämän opinnäytetyön tavoitteena ja lähtökohtana oli kehittää vaihtoehtoja Luvatan tuotteiden näytesahauksen tehostamiseksi sekä laskea näiden investointien kustannukset ja kannattavuus yritykselle. Tällä hetkellä näytesahauksen ongelmakohtia ovat erityisesti sahan sijainnista aiheutuvat ylimääräiset kuljetukset, jotka aiheuttavat ylimääräistä työtä. Nämä turhat kuljetuksen työvaiheet saattavat aiheuttaa myös tuotteille mahdollisia kolhuja. Sahaa käytetään puristet tuotteiden lisäksi myös valmis- tuotteiden sahaamiseen, joka johtaa siihen että puristet tuotteista ei välttämättä pystytäkään näyttämään välittömästi, vaan tuotteet joutuvat odottamaan näytteenottoa jopa useita päiviä. Näistä ongelmakohdista lähdettiin työstämään kehittämisideoita lean-filosofiaa hyödyntäen, jossa keskitytään nimenomaan tämänkaltaisten hukka- vaiheiden poistamiseen ja vähentämiseen. Lopputuloksena saatiin viisi vaihtoehtoa näytesahauksen tehostamiseksi.

Työn teoriaosuudessa esitellään yrityksen valmistamat tuotteet laajemmin, sekä käydään läpi investoinnin kustannus- ja kannattavuuslaskennan menetelmiä kokonaisuudessaan ja vertaillaan näitä menetelmiä keskenään. Näitä laskelmia käytettiin esitettyjen vaihtoehtojen kustannusten ja kannattavuuden laskemiseksi. Tulokset näissä olivat vaihtelevia, ja jokaisessa vaihtoehdossa on hyvät ja huonot puolensa. Tulosten perusteella kannattavin vaihtoehto Luvatalle olisi pienemmän lisäsahan asentaminen nykyisen puristimen tuotesahan yhteyteen. Tämän lisäksi nykyiseen tuotteiden siirtelyyn käytettävään siltanosturiin lisättäisiin kääntölaite joka mahdollistaisi tuotteiden kääntämisen jatkomuokkauksia varten.

Tämän työn tulokset antavat toimeksiantaja yritykselle eri vaihtoehtoja näytesahauksen tehostamiselle, sekä mahdollisuuden vertailla näiden eri vaihtoehtojen kannattavuutta. Tavoitteena oli siis kehittää ideoita nykyisen näytesahaus prosessin parantamiseksi ja tehostamiseksi. Voidaan sanoa että tavoitteessa onnistuttiin hyvin, sillä tämän prosessin aikana saatiin viisi suhteellisen tasavertaista ehdotusta tämän tavoitteen saavuttamiseksi.

## LÄHTEET

cc oulu, talousmatematiikka. Viitattu 24.3.2015  
[http://cc oulu.fi/~tvedenju/talousmatematiikka/files/investointi\\_esim.pdf](http://cc oulu.fi/~tvedenju/talousmatematiikka/files/investointi_esim.pdf)

Ihalainen, E. Aaltonen, K. Aromäki, M. Sihvonen, P. Valmistustekniikka. 10.painos. Otatieto Oy.

Ikäheimo, S. 2012. Malmi, T. Walden, R. Yrityksen laskentatoimi. 5.uudistettu painos. Sanoma Pro Oy.

Koneita, metallivannesahat. Viitattu 23.4.2015  
[http://www.koneita.com/metallivannesahat/metallivannesaha\\_nova\\_370.htm](http://www.koneita.com/metallivannesahat/metallivannesaha_nova_370.htm)

Kuusela, J. 2014. Kuumapursotetun kupariprofiilin lisäkkeen poistamisen suunnittelu ja mallintaminen. Insinööritoimisto. Satakunnan ammattikorkeakoulu

Liker, J. & Convis G. 2012. Toyotan tapa lean-johtamiseen. Readme.fi. 2012

Luvata, erikoistuotteet. Viitattu 20.11.2014 <http://www.luvata.com/fi/About-Luvata/Suomi/Tuoteryhmat/Erikoistuotteet/>

Luvata, lämmönvaihtimet. Viitattu 20.11.2014 <http://www.luvata.com/fi/About-Luvata/Suomi/Tuoteryhmat/Lammonvaihtimet/Lammonvaihtimets/>

Luvata, Putket. Viitattu 20.11.2014 <http://www.luvata.com/fi/About-Luvata/Suomi/Tuoteryhmat/Putket/>

Monden, Y. 2012. Toyota Production System. 4. painos. Taylor & Francis Group.

Pellinen, J. 2006. Kustannuslaskenta ja kannattavuusajattelu. 2.uudistettu painos. Talentum Media Oy.

Tuominen, K. 2010. Lean Tehoa ja laatua hukkan vähentämiseen. 1.painos. Jyväskylä: WSOY Bookwell Oy.

Yritystulkki, Investoinnin laskenta, Viitattu 24.3.2015  
[http://www.yritystulkki.fi/files/yt22\\_investoinnin\\_laskenta\\_pre.pdf](http://www.yritystulkki.fi/files/yt22_investoinnin_laskenta_pre.pdf)



Vuosi	Vuosituotot	Hankintameno	Nettorahavirta	Diskontatturahavirta	Annuiteetti	Investoinnin tuotto/vuosi	Kumulatiivinen kassavirta	Korollinen kumulatiivinen kassavirta
0		200 000,00 €	-200 000,00 €	-200 000,00 €			-200 000,00 €	-200 000,00 €
1	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	47 169,81 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	-150 000,00 €	-152 830,19 €
2	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	44 499,82 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	-100 000,00 €	-108 330,37 €
3	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	41 980,96 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	-50 000,00 €	-66 349,40 €
4	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	39 604,68 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	0,00 €	-26 744,72 €
5	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	37 362,91 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	50 000,00 €	10 618,19 €
6	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	35 248,03 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	100 000,00 €	45 866,22 €
7	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	33 252,86 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	150 000,00 €	79 119,07 €
8	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	31 370,62 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	200 000,00 €	110 489,69 €
9	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	29 594,92 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	250 000,00 €	140 084,61 €
10	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	27 919,74 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	300 000,00 €	168 004,35 €
11	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	26 339,38 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	350 000,00 €	194 343,73 €
12	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	24 848,47 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	400 000,00 €	219 192,20 €
13	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	23 441,95 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	450 000,00 €	242 634,15 €
14	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	22 115,05 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	500 000,00 €	264 749,20 €
15	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	20 863,25 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	550 000,00 €	285 612,45 €
16	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	19 682,31 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	600 000,00 €	305 294,76 €
17	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	18 568,22 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	650 000,00 €	323 862,98 €
18	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	17 517,19 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	700 000,00 €	341 380,17 €
19	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	16 525,65 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	750 000,00 €	357 905,82 €
20	100 000,00 €	50 000,00 €	50 000,00 €	15 590,24 €	-16 449,92 €	33 550,08 €	800 000,00 €	373 496,06 €
			NPV	373 496,06 €				

Vuosi	Vuosituotot	Menot	Nettorahavirta	Diskontatturahavirta	Annuiteetti	Investoinnin tuotto/vuosi	Kumulatiivinen kassavirta	Korollinen kumulatiivinen kassavirta
0		195 000,00 €	-195 000,00 €	-195 000,00 €			-195 000,00 €	-195 000,00 €
1	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	51 886,79 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	-140 000,00 €	-143 113,21 €
2	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	48 949,80 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	-85 000,00 €	-94 163,40 €
3	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	46 179,06 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	-30 000,00 €	-47 984,34 €
4	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	43 565,15 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	25 000,00 €	-4 419,19 €
5	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	41 099,20 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	80 000,00 €	36 680,01 €
6	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	38 772,83 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	135 000,00 €	75 452,84 €
7	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	36 578,14 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	190 000,00 €	112 030,98 €
8	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	34 507,68 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	245 000,00 €	146 538,66 €
9	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	32 554,42 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	300 000,00 €	179 093,08 €
10	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	30 711,71 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	355 000,00 €	209 804,79 €
11	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	28 973,31 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	410 000,00 €	238 778,10 €
12	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	27 333,31 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	465 000,00 €	266 111,42 €
13	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	25 786,15 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	520 000,00 €	291 897,56 €
14	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	24 326,55 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	575 000,00 €	316 224,12 €
15	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	22 949,58 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	630 000,00 €	339 173,69 €
16	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	21 650,55 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	685 000,00 €	360 824,24 €
17	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	20 425,04 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	740 000,00 €	381 249,28 €
18	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	19 268,91 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	795 000,00 €	400 518,19 €
19	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	18 178,22 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	850 000,00 €	418 696,41 €
20	105 000,00 €	50 000,00 €	55 000,00 €	17 149,26 €	-16 038,67 €	38 961,33 €	905 000,00 €	435 845,67 €
				NPV	435 845,67 €			

Vuosi	Vuosituotot	Menot	Nettorahavirta	Diskontatturahavirta	Annuiteetti	Investoinnin tuotto/vuosi	Kumulatiivinen kassavirta	Korollinen kumulatiivinen kassavirta
0		200 000,00 €	-200 000,00 €	-200 000,00 €			-200 000,00 €	-200 000,00 €
1	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	42 452,83 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	-155 000,00 €	-157 547,17 €
2	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	40 049,84 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	-110 000,00 €	-117 497,33 €
3	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	37 782,87 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	-65 000,00 €	-79 714,46 €
4	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	35 644,21 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	-20 000,00 €	-44 070,25 €
5	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	33 626,62 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	25 000,00 €	-10 443,63 €
6	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	31 723,22 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	70 000,00 €	21 279,59 €
7	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	29 927,57 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	115 000,00 €	51 207,16 €
8	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	28 233,56 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	160 000,00 €	79 440,72 €
9	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	26 635,43 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	205 000,00 €	106 076,15 €
10	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	25 127,76 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	250 000,00 €	131 203,92 €
11	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	23 705,44 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	295 000,00 €	154 909,36 €
12	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	22 363,62 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	340 000,00 €	177 272,98 €
13	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	21 097,76 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	385 000,00 €	198 370,73 €
14	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	19 903,54 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	430 000,00 €	218 274,28 €
15	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	18 776,93 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	475 000,00 €	237 051,20 €
16	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	17 714,08 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	520 000,00 €	254 765,29 €
17	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	16 711,40 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	565 000,00 €	271 476,69 €
18	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	15 765,47 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	610 000,00 €	287 242,16 €
19	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	14 873,09 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	655 000,00 €	302 115,24 €
20	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	14 031,21 €	-16 449,92 €	28 550,08 €	700 000,00 €	316 146,45 €
			NPV	316 146,45 €				

Vuosi	Vuosituotot	Menot	Nettorahavirta	Diskontatturahavirta	Annuiteetti	Investoinnin tuotto/vuosi	Kumulatiivinen kassavirta	Korollinen kumulatiivinen kassavirta
0		185 000,00 €	-185 000,00 €	-185 000,00 €			-185 000,00 €	-185 000,00 €
1	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	42 452,83 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-140 000,00 €	-142 547,17 €
2	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	40 049,84 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-95 000,00 €	-102 497,33 €
3	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	37 782,87 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-50 000,00 €	-64 714,46 €
4	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	35 644,21 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-5 000,00 €	-29 070,25 €
5	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	33 626,62 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	40 000,00 €	4 556,37 €
6	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	31 723,22 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	85 000,00 €	36 279,59 €
7	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	29 927,57 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	130 000,00 €	66 207,16 €
8	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	28 233,56 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	175 000,00 €	94 440,72 €
9	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	26 635,43 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	220 000,00 €	121 076,15 €
10	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	25 127,76 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	265 000,00 €	146 203,92 €
11	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	23 705,44 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	310 000,00 €	169 909,36 €
12	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	22 363,62 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	355 000,00 €	192 272,98 €
13	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	21 097,76 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	400 000,00 €	213 370,73 €
14	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	19 903,54 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	445 000,00 €	233 274,28 €
15	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	18 776,93 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	490 000,00 €	252 051,20 €
16	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	17 714,08 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	535 000,00 €	269 765,29 €
17	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	16 711,40 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	580 000,00 €	286 476,69 €
18	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	15 765,47 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	625 000,00 €	302 242,16 €
19	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	14 873,09 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	670 000,00 €	317 115,24 €
20	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	14 031,21 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	715 000,00 €	331 146,45 €
			NPV	331 146,45 €				

Vuosi	Vuosituotot	Menot	Nettorahavirta	Diskontatturahavirta	Annuiteetti	Investoinnin tuotto/vuosi	Kumulatiivinen kassavirta	Korollinen kumulatiivinen kassavirta
0		185 000,00 €	-185 000,00 €	-185 000,00 €			-185 000,00 €	-185 000,00 €
1	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	42 452,83 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-140 000,00 €	-142 547,17 €
2	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	40 049,84 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-95 000,00 €	-102 497,33 €
3	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	37 782,87 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-50 000,00 €	-64 714,46 €
4	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	35 644,21 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	-5 000,00 €	-29 070,25 €
5	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	33 626,62 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	40 000,00 €	4 556,37 €
6	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	31 723,22 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	85 000,00 €	36 279,59 €
7	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	29 927,57 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	130 000,00 €	66 207,16 €
8	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	28 233,56 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	175 000,00 €	94 440,72 €
9	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	26 635,43 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	220 000,00 €	121 076,15 €
10	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	25 127,76 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	265 000,00 €	146 203,92 €
11	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	23 705,44 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	310 000,00 €	169 909,36 €
12	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	22 363,62 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	355 000,00 €	192 272,98 €
13	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	21 097,76 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	400 000,00 €	213 370,73 €
14	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	19 903,54 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	445 000,00 €	233 274,28 €
15	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	18 776,93 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	490 000,00 €	252 051,20 €
16	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	17 714,08 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	535 000,00 €	269 765,29 €
17	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	16 711,40 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	580 000,00 €	286 476,69 €
18	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	15 765,47 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	625 000,00 €	302 242,16 €
19	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	14 873,09 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	670 000,00 €	317 115,24 €
20	95 000,00 €	50 000,00 €	45 000,00 €	14 031,21 €	-15 216,17 €	29 783,83 €	715 000,00 €	331 146,45 €
			NPV	331 146,45 €				